

PAT-NO: JP02004340792A

DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 2004340792 A**

TITLE: ANGULAR VELOCITY SENSOR AND ANGULAR VELOCITY  
DETECTION APPARATUS

PUBN-DATE: December 2, 2004

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUZUKI, TAKAHIKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TDK CORP	N/A

APPL-NO: JP2003138739

APPL-DATE: May 16, 2003

INT-CL (IPC): G01C019/56, G01P009/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive angular velocity sensor capable of highly precisely detecting angular velocities through the use of a vibration mode which can not be caused by external vibrations.

SOLUTION: The angular velocity sensor is provided with a vibrator 2 made of a **magnetostrictive** material; a first coil 4 arranged in a first plane including the axis A of the vibrator 2 in such a way as to include the vibrator 2; a support member 3 made of a nonmagnetic material for supporting the vibrator 2 section of the surface of the vibrator 2 through which the axis A passes; and a second coil 6 arranged in a second plane which intersects with the first plane

and includes the axis A in such a way as to include the vibrator 2 and the first coil 4. The first coil 4 generates vibrations in the vibrator 2 along the direction of a magnetic field due to magnetostrictive effects by generating the magnetic field in the vibrator 2 on the basis of a supplied exciting current. The second coil 6 detects changes in magnetic flux according to vibration changes based on the Coriolis force acting on the vibrator 2 according to angular velocities.

COPYRIGHT: (C) 2005, JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-340792

(P2004-340792A)

(43) 公開日 平成16年12月2日 (2004.12.2)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G01C 19/56

G01P 9/04

F1

G01C 19/56

G01P 9/04

テーマコード (参考)

2F105

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-138739 (P2003-138739)

(22) 出願日 平成15年5月16日 (2003.5.16)

(71) 出願人 000003067

TDK株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(74) 代理人 100104787

弁理士 酒井 伸司

(72) 発明者 鈴木 貴彦

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 テ

ィーディーケイ株式会社内

Fターム (参考) 2F105 BB02 BB04 CC04 CD01 CD05

(54) 【発明の名称】 角速度センサおよび角速度検出装置

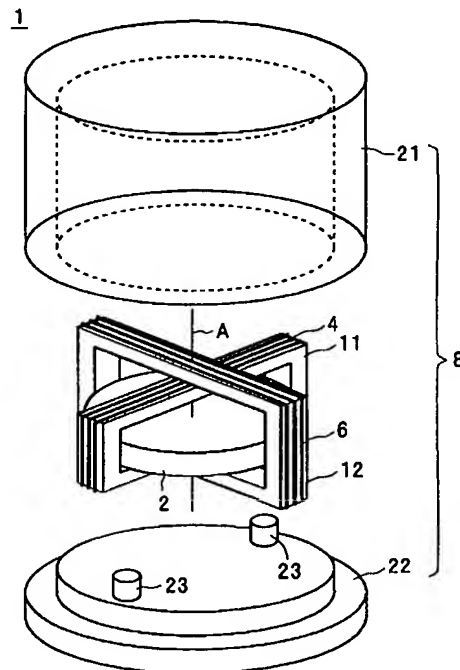
## (57) 【要約】

【課題】 外部振動によっては生じ得ない振動モードを使用して高精度の角速度検出を行い得る安価な角速度センサを提供する。

【解決手段】 磁歪材料を用いて形成された振動体2と、振動体2の軸線Aを含む第1の平面上に振動体2を内包するようにして配設された第1のコイル4と、振動体2の表面における軸線Aの通過部位において振動体2を支持する非磁性材料製の支持部材と、第1の平面と交差し軸線Aを含む第2の平面上に振動体2および第1のコイル4を内包するようにして配設された第2のコイル6とを備え、第1のコイル4は、供給された励磁電流に基づいて振動体2の内部に磁界を発生させることによって磁歪効果による磁界の方向に沿った振動を振動体2に発生させ、第2のコイル6は、角速度によって振動体2に作用するコリオリ力に基づく振動の変化に応じた磁束変化を検出する。

【選択図】

図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

磁歪材料を用いて平面視円板状に形成された振動体と、当該振動体の軸線を含む第 1 の平面上に前記振動体を内包するようにして配設された第 1 のコイルと、前記振動体の表面における前記軸線の通過部位において当該振動体を支持する非磁性材料製の支持部材と、前記第 1 の平面と交差し前記軸線を含む第 2 の平面上に前記振動体および前記第 1 のコイルを内包するようにして配設された第 2 のコイルとを備え、  
前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルの内の一方は、供給された励磁電流に基づいて前記振動体の内部に磁界を発生させることによって磁歪効果による当該磁界の方向に沿った振動を当該振動体に発生させ、

10

前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルの内の他方は、角速度によって前記振動体に作用するコリオリ力に基づく前記振動の変化に応じた磁束変化を検出する角速度センサ。

## 【請求項 2】

前記振動体、前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルを収容する磁性材料製のケースを備えている請求項 1 記載の角速度センサ。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の角速度センサを直交する 2 軸上にそれぞれ配設して構成されている角速度検出装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 記載の角速度センサを互いに直交する 3 軸上にそれぞれ配設して構成されている角速度検出装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、磁歪材料で構成された振動体を用いた角速度センサおよびこの角速度センサを用いた角速度検出装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

角速度を検出するために、多くの方式が従来から実用化されている。その中でも比較的構造が簡単で、しかも安価な角速度センサとして、一次元の振動運動状態にある振動体に対して角速度が印加されたときに振動方向に対して直交する方向に生じるコリオリ力を何らかの方法で検出することによって角速度を検出する方法を採用した角速度センサが広く使用されている。この角速度センサは、別名、レートジャイロと呼ばれ、特に、上記した振動体を用いているものは、一般に振動ジャイロと呼ばれている。この振動ジャイロでは、多くの場合、圧電セラミックを用いて振動体が形成されており、交流電圧を印加することによって励振させた状態の振動体に角速度が加わった際に、コリオリ力によって振動体に生じる変位を圧電効果によって電気信号として取り出して角速度を検出している。

30

## 【0003】

しかしながら、この圧電セラミックを用いた圧電型角速度センサには、以下のような問題点がある。すなわち、この角速度センサでは、振動体に圧電素子を接着する構成、および振動体自身を圧電素子とする構成のいずれかを採用する必要があるが、いずれの構成を採用したとしても、圧電素子を駆動し、かつ圧電効果による電気信号を検出するためには、圧電素子の電極に配線を接続する必要がある。その結果、この配線を通して外部振動が振動体に伝達されて、角速度を正確に検出できないという問題点がある。

40

## 【0004】

そこで、この問題点を改善するために、例えば、特開平 5-1917 号公報に記載された振動ジャイロ (10) では、同公報中の図 1 に示すように、振動体 (12) は、そのノード点付近に取り付けられた支持部材 (22a, 22b) によって支持されている。また、リード線 (24a, 24b) は、同公報中の図 2 に示すように、振動体 (12) に沿わせて支持部材 (22b) に巻き付けられている。さらに、リード線 (24a, 24b) は、

50

支持部材（２２ｂ）から圧電素子（１４ａ，１４ｂ）付近に至るまで間、シリコンなどの弾性接着剤（２６）によって振動体（１２）に取り付けられている。同様に、リード線（２４ｃ）は、振動体（１２）に沿わせた状態において弾性接着剤（２６）で部分的に接着されて、支持部材（２２ａ）に巻き付けられている。以上の構成により、この振動ジャイロ（１０）では、弾性接着剤（２６）を用いてリード線（２４ａ～２４ｃ）を振動体（１２）に取り付けているため、弾性接着剤（２６）がダンピング材として機能する。したがって、リード線（２４ａ～２４ｃ）に伝わった外部振動が弾性接着剤（２６）によってダンピング（低減）される結果、振動体（１２）の屈曲振動に対する外部振動の影響が軽減される。

#### 【０００５】

10

しかしながら、この振動ジャイロ（１０）では、弾性接着剤（２６）の量によってダンピング特性が変化することに起因して、外部振動の軽減度合いを一定にすることが困難のため（再現性が良好でないため）、高精度で角速度を検出するのが困難であるという問題点が存在する。また、弾性接着剤（２６）は温度変化や経時変化によってその弾性特性が変化（劣化）する。このため、この振動ジャイロ（１０）には、振動の漏洩を長期に亘って良好に軽減することが困難であるという問題点も存在する。また、弾性接着剤（２６）はその管理が容易ではなく、しかも作業性に劣るため、振動ジャイロ（１０）の生産性を向上させるのが困難であるという問題点も存在する。

#### 【０００６】

そこで、外部振動による振動体への影響をより効果的に軽減し得る方法として、外部振動によって振動体に引き起こされる可能性の少ない振動モードで振動体を振動させる振動ジャイロが提案されている。この種の振動ジャイロとしては、例えば、特開平１０－２６７６６７号公報に開示されているジャイロ（ジャイロスコープ）が知られている。このジャイロでは、リング形状の振動共振器（１）を複数の可撓性支持ビーム（５）で静磁場中に宙吊り状に支持すると共に、その形状がリング形状から楕円形に、また楕円形からリング形状に変化可能に電磁誘導によって振動共振器（１）を振動させる振動モードを利用している。このような振動モードは外部振動によっては極めて起こりにくい振動のため、外部振動が加わったときであっても上記の振動モードへの影響が非常に少ない構造となっている。したがって、このジャイロでは、外部振動が加わったときにも角速度を精度よく検出することが可能となっている。

20

30

#### 【０００７】

ところが、このジャイロでは、振動共振器（１）を支持する複数の可撓性支持ビーム（５）を、例えばマイクロマシーニング（微細加工技術）を利用して非常に精密に製作する必要があるため、製造費が高価になるという問題点がある。

#### 【０００８】

一方、特開平７－２０１４０号公報に開示されている角速度センサでは、磁歪材料によって形成された振動体（１１）に駆動コイル（１２）で発生した励磁界を与えて屈曲振動させる。この振動状態において、振動体（１１）に角速度が加わったときには、振動方向に対して直交する方向のコリオリ力が振動体（１１）の脚部に生じる。この場合、このコリオリ力によって振動方向が基本振動方向から若干ずれる（ねじれる）結果、脚部に作用する応力が変化して、逆磁歪効果によって生じる磁化も変化する。このため、この角速度センサでは、この磁化の変化を検出コイル（１３ａ，１３ｂ）で検出することにより、振動体（１１）に加わっている角速度を非接触で検出することが可能となっている。

40

#### 【０００９】

しかしながら、この角速度センサで利用されている振動モード（振動体（１１）を屈曲振動させる振動モード）が外部振動によって影響を受け易い振動モードのため、この角速度センサには、高精度で角速度を検出するのが困難であるという問題点が存在する。

#### 【００１０】

#### 【特許文献１】

特開平５－１９１７号公報（第２－３頁、第１図）

50

## 【特許文献2】

特開平10-267667号公報(第3-5頁、第1図、第5図)

## 【特許文献3】

特開平7-20140号公報(第6頁、第1図)

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

以上のように、従来、種々の角速度センサが開発されているが、上記したように、特開平5-1917号公報および特開平7-20140号公報に開示された角速度センサでは、振動体が外部振動の影響を受け易いために、高精度で角速度を検出するのが困難であるという問題点が存在し、特開平10-267667号公報に開示されたジャイロでは、振動体に対する外部振動の影響を低減できるものの、製造コストが非常に高価になるという問題点がある。 10

## 【0012】

本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、外部振動によっては生じ得ない振動モードを使用して高精度の角速度検出を行い得る安価な角速度センサおよび角速度検出装置を提供することを主目的とする。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく本発明に係る角速度センサは、磁歪材料を用いて平面視円板状に形成された振動体と、当該振動体の軸線を含む第1の平面上に前記振動体を内包するようにして配設された第1のコイルと、前記振動体の表面における前記軸線の通過部位において当該振動体を支持する非磁性材料製の支持部材と、前記第1の平面と交差し前記軸線を含む第2の平面上に前記振動体および前記第1のコイルを内包するようにして配設された第2のコイルとを備え、前記第1のコイルおよび前記第2のコイルの内の一方は、供給された励磁電流に基づいて前記振動体の内部に磁界を発生させることによって磁歪効果による当該磁界の方向に沿った振動を当該振動体に発生させ、前記第1のコイルおよび前記第2のコイルの内の他方は、角速度によって前記振動体に作用するコリオリ力に基づく前記振動の変化に応じた磁束変化を検出する。 20

## 【0014】

この場合、前記振動体、前記第1のコイルおよび前記第2のコイルを収容する磁性材料製のケースを備えているのが好ましい。 30

## 【0015】

また、本発明に係る角速度検出装置は、上記請求項に記載の角速度センサを直交する2軸上にそれぞれ配設して構成されている。

## 【0016】

また、本発明に係る角速度検出装置は、上記請求項に記載の角速度センサを互いに直交する3軸上にそれぞれ配設して構成されている。

## 【0017】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る角速度センサおよび角速度検出装置の好適な実施の形態について説明する。 40

## 【0018】

最初に、本発明に係る角速度センサの構成について、図面を参照して説明する。

## 【0019】

角速度センサ1は、図1、2に示すように、振動体2、支持部材3、第1のコイル4、発振駆動回路5、第2のコイル6、同期検波回路7およびケース8を備えている。本実施の形態では、一例として、第1のコイル4を励磁コイルとして使用すると共に、第2のコイル6を検出コイルとして使用する。このため、第1のコイル4を励磁コイル4とも言い、第2のコイル6を検出コイル6とも言う。

## 【0020】

この場合、振動体 2 は、図 3 に示すように、一例として、印加される磁界の向きとは関係なく伸長する正の磁歪特性を有する磁歪材料を用いて平面視円板状（一例として、扁平な円板体）に形成されている。この場合、磁歪材料としては、正または負の磁歪特性を有する材料、具体的には  $Ni-Fe$  系磁歪材料や  $RFe$  系磁歪材料等を使用することができる。また、磁歪材料としては、磁歪効果を示す向きがランダムな等方性磁歪材料が用いられている。ただし、振動体 2 における振動の効率を高めるためには、印加される磁界の向きとその向きとが同一方向に揃っている異方性磁歪材料を用いるのが好ましい。この異方性磁歪材料を用いる場合には、振動体 2 は、その表面における軸線 A（同図参照）を通過して第 1 のコイル 4 が配設される第 1 の平面  $PL1$  に直交する矢印 B の方向に沿う向きで配向して構成される。

10

#### 【0021】

支持部材 3 は、非磁性材料を用いて一例として円柱状に形成されると共に、図 2 に示すように、その一端面（下面）が第 1 のコイル 4 における後述するボビン 11 の下枠上面に固定されると共に、その軸線と振動体 2 の軸線 A とを一致させた状態でその他端面（上面）が振動体 2 の下面中央部分（振動体 2 の表面における軸線 A の通過部位）に固定されて、第 1 のコイル 4 および第 2 のコイル 6 との接触を回避しつつ振動体 2 を支持する。この場合、振動体 2 の下面中央部分は、振動体 2 による振動の中心点（不動点）として機能する。また、この不動点は、角速度センサ 1 に加わる角速度の大きさや加速度の方向が変化したときにも、振動の中心としての機能が不変であるという性質を有する。したがって、外部から加わる振動による影響を受けることなく広い角速度領域に亘って正確な角速度検出が可能となっている。

20

#### 【0022】

励磁コイル 4 は、図 1, 2 に示すように、平面視長方形の枠状に形成された非磁性材料製（一例として合成樹脂製）のボビン 11 の外周面に線材（一例として、被覆銅線）を巻回することによって形成されている。また、励磁コイル 4 は、上記したように、振動体 2 の軸線 A を含む第 1 の平面  $PL1$ （図 3 参照）上において、振動体 2 を内包するようにして配設されている。また、励磁コイル 4 は、発振駆動回路 5 から供給される駆動信号  $S_a$  に基づいて生成した磁界を振動体 2 に印加することにより、振動体 2 を振動させる。

#### 【0023】

発振駆動回路 5 は、図 2 に示すように、駆動信号  $S_a$ 、および駆動信号  $S_a$  に同期した基準信号  $S_b$  を生成して、駆動信号  $S_a$  を励磁コイル 4 に供給すると共に、基準信号  $S_b$  を同期検波回路 7 に供給する。一例として、発振駆動回路 5 は、駆動信号  $S_a$  として、振動体 2 にバイアス磁界を加えるための直流電圧を交流電圧に重畳した信号を生成する。したがって、振動体 2 を直線性がよくかつ変化量の大きな領域で効率よく振動させることができる。

30

#### 【0024】

検出コイル 6 は、図 1, 2 に示すように、平面視長方形の枠状に形成された非磁性材料製（一例として合成樹脂製）のボビン 12 の外周面に線材（一例として、被覆銅線による巻線）を巻回することによって形成されている。また、検出コイル 6 は、第 1 の平面  $PL1$  と交差し（この例では、直交し）、かつ軸線 A を含む第 2 の平面  $PL2$ （図 3 参照）上において、振動体 2 および励磁コイル 4 を内包するようにして配設されている。つまり、検出コイル 6 は、図 3 に示すように、平面視の状態では、励磁コイル 4 に対して直交するようにして配設されている。また、検出コイル 6 は、励磁コイル 4 によって生成される磁束の内の、その内部を通過（貫通）する磁束の数に応じた電圧の誘起電圧を検出する。

40

#### 【0025】

同期検波回路 7 は、検出コイル 6 の内部を通過する磁束の数に応じた電圧で検出コイル 6 の両端に誘起する信号  $S_c$  を基準信号  $S_b$  で同期検波することにより、信号  $S_c$  の電圧値に応じた電圧値であって信号  $S_c$  の位相に応じた極性（正負）の直流検出電圧  $V_d$  を出力する。

#### 【0026】

50

ケース 8 は、図 1、2 に示すように、磁性材料を用いてそれぞれ構成された上ケース 2 1 と下ケース 2 2 とを備えている。この場合、上ケース 2 1 は一端側（同図中の上端側）が閉塞して下端側が開口する円筒体に形成されている。また、上ケース 2 1 の直径（内径）は、励磁コイル 4 および検出コイル 6 における長尺方向の長さよりも若干長めに形成されて、これらの部材および振動体 2 を収容可能に構成されている。一方、下ケース 2 2 は、上ケース 2 1 における開口側（同図中の下端側）を閉塞可能な円板体に形成されて、上ケース 2 1 に対する蓋として機能すると共に、励磁コイル 4 および検出コイル 6 を載置するための載置台としても機能する。一例として、下ケース 2 2 は、その上ケース 2 1 側の面における中央部分が上ケース 2 1 に嵌入可能な円柱状に形成されて、上ケース 2 1 と嵌合可能な段付き円板体に構成されている。この構成により、上ケース 2 1 の開口側を下ケース 2 2 が閉塞した状態において、上ケース 2 1 と下ケース 2 2 との相対的な位置ずれを防止している。また、下ケース 2 2 における中央部分の上面には、励磁コイル 4 を支持するための非磁性材料製の支持台 2 3 が一対配設されている。

#### 【0027】

このような構成のケース 8 内に、下ケース 2 2 における中央部分の上面に検出コイル 6 を載置すると共に、振動体 2 の軸線 A とケース 8 の軸線とが一致するようにして支持台 2 3、2 3 上に励磁コイル 4 を載置することで、両コイル 4、6 と支持部材 3 によって支持された状態の振動体 2 とがケース 8 の内部に収納される。したがって、磁性材料製の上ケース 2 1 および下ケース 2 2 は、励磁コイル 4 によって生成される磁界のケース 8 の外部への漏洩を防止すると共に外部磁界のケース 8 の内部への侵入を抑制することによって振動体 2 および検出コイル 6 に対する外部磁界の影響を低減するシールド機能を備えている。さらに、ケース 8 は、振動体 2 と相俟って、励磁コイル 4 によって形成される磁界に対する閉磁路を形成する機能も備えている。

#### 【0028】

次いで、角速度センサ 1 の角速度検出動作について図 2～図 5 を参照して説明する。

#### 【0029】

発振駆動回路 5 から励磁コイル 4 に駆動信号 S a が供給されている状態では、励磁コイル 4 は、図 3 に示すように、振動体 2 が配設された領域内を通過する合成磁界 C を生成する。この場合、合成磁界 C は、駆動信号 S a のうちの直流電圧に基づくバイアス磁界と、駆動信号 S a のうちの交流電圧に基づく交番磁界とが合成されて生成される。この合成磁界 C は、振動体 2、および振動体 2 を取り囲むようにして配設された上ケース 2 1 によって形成される磁気回路（閉磁路）内を通過するため、振動体 2 に効率よく供給される。また、合成磁界 C は、その方向が同図に示す検出コイル 6 の配置されている方向（矢印 B で示す方向）と一致している。この状態において、振動体 2 は、軸線 A 回りの角速度が加わっていないときには、駆動信号 S a に含まれている交流電圧の周期に同期して、矢印 B で示す方向に沿って伸縮を繰り返して振動する。具体的には、振動体 2 は、その平面形状を円形からほぼ楕円形、またほぼ楕円形から円形へと繰り返し変形させて、第 1 の平面 P L 1 を基準（中心）として伸縮する方向で振動する（図 3～図 5 では、振動体 2 の変形を誇張して示すものとし、楕円形に変形した状態を一点鎖線で示し、円形に戻った状態を実線で示す）。この状態では、合成磁界 C の向きが検出コイル 6 と平行になるため、磁束は検出コイル 6 の内部を殆ど通過しない。したがって、この合成磁界 C に起因する電圧は検出コイル 6 に殆ど誘起しない。以下、理解を容易にするために、この状態における振動体 2 の振動方向（矢印 B で示される方向）を基本振動方向ともいう。

#### 【0030】

この状態において、図 4 に示すように、角速度センサ 1 に対して軸線 A を中心として時計方向回り（同図中の矢印の向き）の角速度が加わった場合、振動体 2 には基本振動方向 B に直交する方向に角速度に応じた大きさのコリオリ力が発生するため、振動体 2 の振動方向は、それまでの基本振動方向 B の方向から同図に矢印 D で示す振動方向の向きに変化する。この場合、基本振動方向 B と矢印 D で示す振動の向きとのずれ量は、角速度の大きさに応じて変化する。同様にして、振動体 2 の内部を通過する磁界（磁束）の方向も、矢印



Dと同方向に角速度の大きさに応じて変化する（ずれる）。このため、基本振動時には検出コイル6の巻線に対して平行に通過していた磁束が、その巻線と交差するように変化する。この結果、角速度の大きさに応じた信号S<sub>c</sub>がコイル6bの両端に誘起する。したがって、同期検波回路7によって生成される直流検出電圧V<sub>d</sub>も、その電圧値が角速度に応じて変化する。

#### 【0031】

一方、図5に示すように、角速度センサ1に対して軸線Aを中心として反時計方向回り（同図中の矢印の向き）の角速度が加わった場合、上記と同様にして振動体2には角速度に応じた大きさのコリオリ力が発生して、振動体2の振動方向は、それまでの基本振動方向Bの方向から同図に矢印Eで示す振動方向の向きに変化する。この場合にも、基本振動方向Bと矢印Eで示す振動の向きとのずれ量は、角速度の大きさに応じて変化する。同様に  
10  
して、振動体2の内部を通過する磁界（磁束）の方向も、矢印Eと同方向に角速度の大きさに応じて変化する（ずれる）。このため、基本振動時には検出コイル6の巻線に対して平行に通過していた磁束が、その巻線と交差するように変化する。この結果、角速度の大きさに応じた信号S<sub>c</sub>がコイル6bの両端に誘起する。この場合、信号S<sub>c</sub>の極性（位相）は、角速度センサ1に対して軸線Aを中心として時計方向回りの角速度が加わったときとは逆極性（逆相）となる。したがって、同期検波回路7によって生成される直流検出電圧V<sub>d</sub>も、その極性（正負）が角速度センサ1に対して軸線Aを中心として時計方向回りの角速度が加わったときとは逆になる以外は、同じようにして、その電圧値が角速度に  
20  
応じて変化する。

#### 【0032】

したがって、この角速度センサ1を使用することにより、同期検波回路7によって生成される直流検出電圧V<sub>d</sub>の極性に基づいて、角速度センサ1に加わっている角速度の方向（時計方向か反時計方向か）を特定することができると共に、直流検出電圧V<sub>d</sub>の電圧値の大きさに基づいて、角速度の大きさを特定することができる。

#### 【0033】

このように、この角速度センサ1によれば、伸縮振動における不動点としての中心部分に固定された支持部材3で検出コイル6を含む他の部材と非接触の状態で振動体2を支持し、かつ、励磁コイル4によって振動体2の内部に合成磁界Cを発生させて、振動体2の中心部分（支持部材3によって支持されている不動点）を通過する第1の平面P<sub>L1</sub>を基準  
30  
として振動体2を円形からほぼ楕円形、ほぼ楕円形から円形というように伸縮させて振動させるといふ、通常の状態では起こり得ない振動状態（振動モード）で振動体2を振動させることにより、支持部材3による振動体2に対する振動の阻害を回避しつつ、外部振動が振動体2に伝わったときであっても、その外部振動による影響を殆ど受けることなく振動体2を基本振動での振動状態に維持することができる。したがって、この角速度センサ1によれば、外部振動が加わった状態においても、高い精度で角速度を検出することができる。

#### 【0034】

さらに、振動体2を支持部材3で支持する簡易な構成を採用したことにより、角速度センサ1を十分に安価に製造することができる。また、振動体2、励磁コイル4および検出コ  
40  
イル6を磁性材料製のケース8内に收容したことにより、励磁コイル4による磁界のケース8の外部への漏洩を防止できると共に、外部磁界のケース8の内部への侵入を抑制して振動体2および検出コイル6に対する外部磁界の影響を低減することができる。また、ケース8が振動体2と相俟って励磁コイル4によって生成される磁界に対する閉磁路を形成するため、漏れ磁束を低減できる結果、より一層効率よく振動体2を振動させることができる。

#### 【0035】

なお、本発明は、上記した実施の形態に限定されない。例えば、本発明の実施の形態では、直流電圧と交流電圧とを合成した駆動信号S<sub>a</sub>に基づいて生成した合成磁界Cによって振動体2を振動させる例について説明したが、直流電圧を重ねさせることなく交流電圧の  
50

みで構成される駆動信号 S a を用いることもできる。この構成によれば、直流電圧を駆動信号 S a に重畳しないため、発振駆動回路 5 の複雑化を回避することができるものの、振動体 2 にバイアス磁界を印加しないために、振動体 2 を振動させる効率が低下する。しかしながら、発振駆動回路 5 を簡易に構成することができるため、簡易で安価に角速度センサ 1 を構成することができる。さらに、直流電圧によってバイアス磁界を加えた構成と比較して、振動体 2 を 2 倍の周波数で振動させることができるため、振動周波数の高い加速度センサを簡易に構成することができる。

#### 【0036】

また、上記した実施の形態では、振動体 2 の下面中央部分とボビン 11 の下枠との間に支持部材 3 を配設して振動体 2 を支持した例について説明したが、この構成に代えて、振動体 2 の上面中央部分とボビン 11 の上枠との間に支持部材 3 を配設して振動体 2 を支持（吊り下げた状態で支持）する構成を採用することもできる。さらに、振動体 2 の下面中央部分とボビン 11 の下枠との間、および振動体 2 の上面中央部分とボビン 11 の上枠との間にそれぞれ支持部材 3 を配設して振動体 2 を上下から支持する構成を採用することもできる。さらに、支持部材 3 の一端（下端）を下ケース 22 に固定することにより、ボビン 11 を介しての支持に代えて、支持部材 3 を介して下ケース 22 によって直接的に振動体 2 を支持する構成を採用することもできる。また、上記した実施の形態では、振動体 2 の内部に効率よく磁界を発生させるために、振動体 2 により近い第 1 のコイル 4 を励磁コイルとして使用すると共に、その外側に位置する第 2 のコイル 6 を検出コイルとして使用した例について説明したが、第 1 のコイル 4 を検出コイルとして使用すると共に、その外側に位置する第 2 のコイル 6 を励磁コイルとして使用する構成を採用することもできる。

#### 【0037】

また、角速度センサ 1 は、単体で使用することもできるが、図 6 に示すように、3 つの角速度センサ 1, 1, 1 を組み合わせて 3 軸の角速度検出装置 31 を構成することもできる。この角速度検出装置 31 は、3 つの角速度センサ 1, 1, 1 と、固定部材 32 と、各角速度センサ 1 用の発振駆動回路 5 および同期検波回路 7（いずれも図示せず）とを備えて構成されている。この場合、1 つの角速度センサ 1 は X 軸と平行に、もう 1 つの角速度センサ 1 は Y 軸と平行に、残りの角速度センサ 1 は Z 軸と平行になるように設定されて、それぞれ固定部材 32 に固定される。この角速度検出装置 31 によれば、3 軸の全てに対する角速度を同時に検出することができる。また、図示はしないが、所定の平面内においてのみ移動する物体に加わる角速度を検出する場合には、例えば、同図における Z 軸に配設した角速度センサ 1 を除いて、2 つの角速度センサ 1, 1 で 2 軸の角速度検出装置を構成することもできる。

#### 【0038】

また、上記した角速度センサ 1 や角速度検出装置は、ビデオカメラ等に採用されている手ぶれ補正機構（動揺補正機構）に適用することができるのは勿論のこと、航法装置への適用や、自動車および航空機等の姿勢制御装置への適用を図ることができる。

#### 【0039】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明に係る角速度センサによれば、第 1 のコイルおよび第 2 のコイルの内の一方が励磁電流に基づいて振動体の内部に磁界を発生させることによって磁歪効果による磁界の方向に沿った振動を振動体に発生させ、第 1 のコイルおよび第 2 のコイルの内の他方が角速度によって振動体に作用するコリオリ力に基づく振動の変化に応じた磁束変化を検出することにより、通常の状態では起こり得ない振動状態（振動モード）で振動体を振動させることができ、これにより、支持部材による振動体に対する振動の阻害を回避しつつ、外部振動が振動体に伝わったときであっても、その外部振動による影響を殆ど受けることなく振動体を基本振動での振動状態に維持することができる。したがって、この角速度センサによれば、外部振動が加わった状態においても、高い精度で角速度を検出することができる。また、振動体を支持部材のみで支持する簡易な構成を採用したことにより、角速度センサを十分安価に製造することができる。

## 【0040】

また、本発明に係る角速度センサによれば、振動体、第1のコイルおよび第2のコイルを磁性材料製のケース内に収容することにより、第1のコイルおよび第2のコイルの内の一方のコイルによる磁界のケースの外部への漏洩を防止できると共に、外部磁界のケースの内部への侵入を抑制して振動体と、第1のコイルおよび第2のコイルの内の他方のコイルとに対する外部磁界の影響を低減することができる。また、ケースが振動体と相俟って一方のコイルによって生成される磁界に対する閉磁路を形成するため、漏れ磁束を低減できる結果、より一層効率よく振動体を振動させることができる。

## 【0041】

また、本発明に係る角速度検出装置によれば、上記の角速度センサを、直交する2軸上にそれぞれ配設したり、3軸上にそれぞれ配設したりすることにより、外部振動が加わった状態であっても2軸または3軸の方向に対する角速度を高い精度で検出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る角速度センサ1の分解斜視図である。

【図2】角速度センサ1の内部構造、発振駆動回路5および同期検波回路7を説明するための説明図である。

【図3】励磁コイル4によって生成される合成磁界Cの方向、および角速度センサ1に角速度が加わっていない状態における振動体2の振動方向Bを示す振動体2、励磁コイル4および検出コイル6の平面図である。

【図4】角速度センサ1に対して時計方向回りの角速度が加わった状態での振動体2内部における磁界の方向および振動体2の振動方向を示す振動体2、励磁コイル4および検出コイル6の平面図である。

【図5】角速度センサ1に対して反時計方向回りの角速度が加わった状態での振動体2内部における磁界の方向および振動体2の振動方向を示す振動体2、励磁コイル4および検出コイル6の平面図である。

【図6】3つの角速度センサ1を用いた角速度検出装置31の構成を示す分解斜視図である。

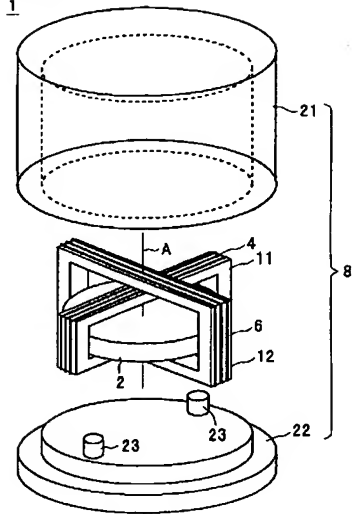
## 【符号の説明】

- 1 角速度センサ
- 2 振動体
- 3 支持部材
- 4 励磁コイル
- 5 発振駆動回路
- 6 検出コイル
- 7 同期検波回路
- 8 ケース
- 31 角速度検出装置
- A 軸線
- PL1 第1の平面
- PL2 第2の平面

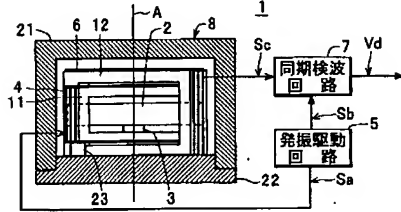
30

40

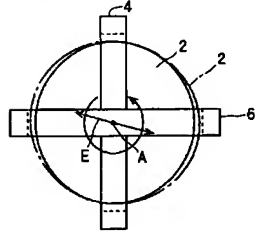
【図 1】



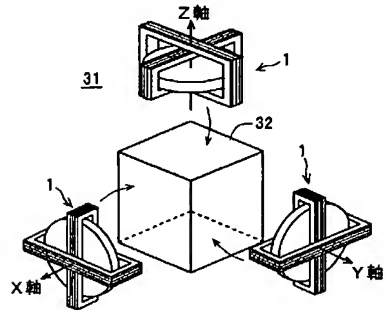
【図 2】



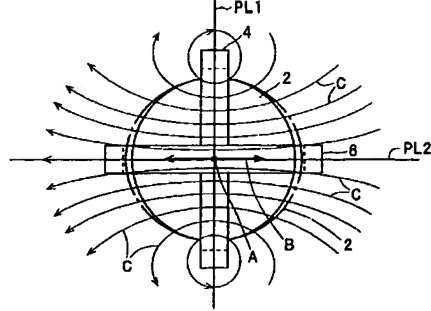
【図 5】



【図 6】



【図 3】



【図 4】

